

ポリアセタールコポリマー

*Dupital*TM

金型設計編



GLOBAL POLYACETAL

- 1 製品設計
- 2 金型設計
 - 2.1 キャビティ
 - 2.2 構成
 - 2.3 各部構成
 - ① スプルー・ランナー
 - ② ゲート
 - I. ダイレクトスプルーゲート
 - II. サイドゲート
 - III. ファンゲート
 - IV. ピンポイントゲート
 - V. ディスクゲート
 - VI. リングゲート
 - VII. フィルムゲート
 - VIII. タブゲート
 - IX. サブマリングゲート
 - ③ 肉厚変化
 - ④ 抜き勾配
 - ⑤ アンダーカット
 - ⑥ コーナーR
 - ⑦ リブ
 - ⑧ ボス
 - ⑨ 穴
 - ⑩ ガスベント
 - ⑪ コアピンの倒れ
 - ⑫ 金型温度調節
 - ⑬ 金型材質

成形品の設計は、目的とする製品の要求性能をよりよく満足させるために行われるものであり、材料の実用物性、成形性、流動特性及び金型設計上の条件を総合的に判断して行う必要がある。成形品設計における基本事項は以下に示すものが挙げられる。

(1) 肉厚が均一で急激な肉厚の変化がないこと (図-1-1)

成形品の肉厚の不均一や肉厚の急激な変化は樹脂の流れを阻害し、フローマークの発生や、成形収縮率の不均一により成形品にソリが生じたり、冷却速度の不均一により成形品に変形や、歪みが生じる。

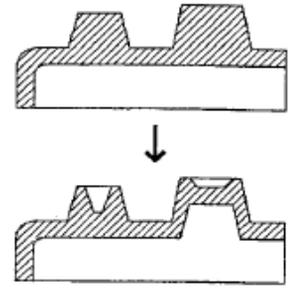


図-1-1

(2) アンダーカットのないこと (図-1-2)

成形品にアンダーカットがあると離型が問題になり、離型のためスライドコア等を設けることで金型構造が複雑になり金型のコストアップになる。

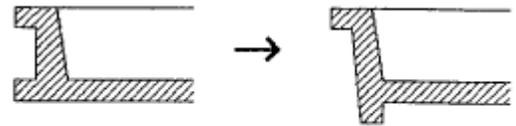


図-1-2

(3) シャープコーナーがないこと (図-1-3)

シャープコーナーは成形時の樹脂の流れを阻害しフローマークの発生の原因となる。また、強度的にはノッチ効果の発生、残留歪みの発生等強度低下の原因となり易い。

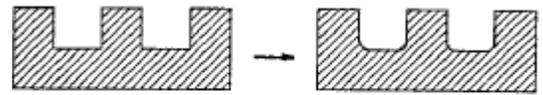


図-1-3

(4) 抜き勾配を考慮する (図-1-4)

デュピタルは金型との摺動性も良い材料ではあるが、抜き勾配が充分でないと離型時の抵抗が大きくなりエジェクターピン等により成形品が変形することがあるので、とり得る範囲でできるだけ大きくとる方が良い。

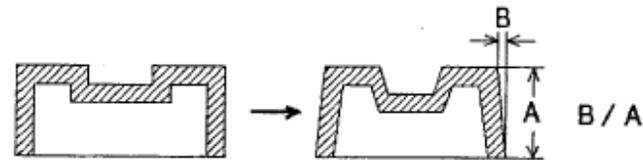


図-1-4

(5) 肉厚は必要以上に厚くしない (図-1-5)

成形品の肉厚が厚肉であるとヒケやボイドといった不良現象を生じる。また、冷却に時間がかかり成形サイクルが長くなる不具合が生じる。機能上必要な場合は肉盗み等を設けて均一となるように配慮する。

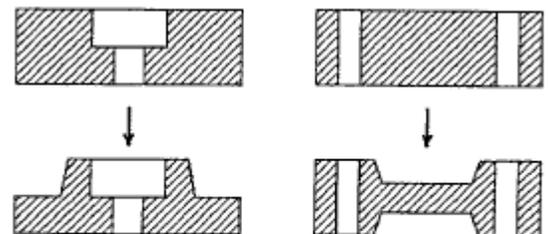


図-1-5

- (6)リブの厚みは必要以上に厚くしない (図-1-6)
強度的にある部分の肉厚を盗めない場合はリブを付けることにより肉厚の均一化を図ると良い。

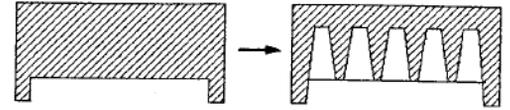


図-1-6

- (7)成形品形状は丈夫なものとなるようにする。
(図-1-7)

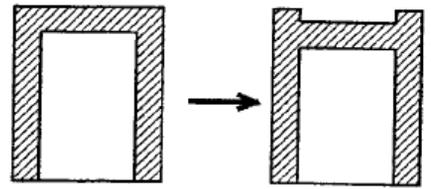
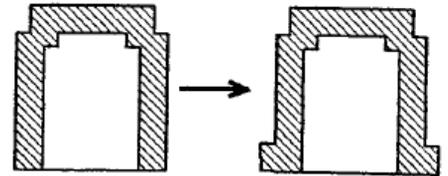


図-1-7

- (8)円筒状成形品は径と長さの比を大きくしない
細長いコアピンは成形時の樹脂圧力により倒れ、または折れ等の問題を起こす場合がある。また、成形時にはコアピン中央部の温度が端部に比べて高くなるので内径寸法のばらつきが大きくなったり、成形サイクルが短い場合には樹脂内圧にて内径側のスキン層が破れてしまうこともある。

- (9)金型の作り易さを考慮する。
金型の加工や仕上げのし易さを考慮した形状とする。

- (10)組立や二次加工を考慮したデザインとする。

- (11)ゲートの位置や方向を配慮する。(図-1-8)
ウェルドの位置や樹脂の配向を考慮しゲート位置やゲート点数を決定する。

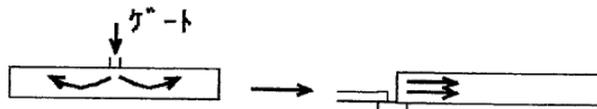


図-1-8

射出成形用金型は、成形品の生産性、品質性能を決定する重要な機能を有するものであり、成形品の形状、取り数等要求される特性を發揮しうよう設計しなければならない。

2.1 キャビティ

金型の加熱・冷却は特に重要であり温度コントロール及び温度分布を良くするためにいくつかのパートに分けて加熱・冷却媒体を通す必要がある。成形品はキャビティを転写して作らるものであるから良く磨く必要がある。突き出し機構は一般合成樹脂と同じでよい。

2.2 構成

キャビティが多数個取りの場合、寸法ばらつきが大きくなるので、多数個取りキャビティの同時充填のためのランナー設計が重要である。

キャビティ形状の違った品物を同時に成形するファミリー取りは基本的には薦められない。

キャビティの配置は重力の影響を受ける場合も考えられ、2個取りの場合であれば上下より左右の配置を選択すべきである。特に厚肉成形品の場合下方のキャビティの充填に際し樹脂が重力の影響を大きく受けてゲート通過後、キャビティ下方まで垂れてしまい、あたかもジェティングの様を呈することがある。

多数個取りの場合、図-2-1(A)の配置より、(B)または(C)のごとく、各ランナーの長さが等しくなるように配置してバランスを取ることが望ましい。

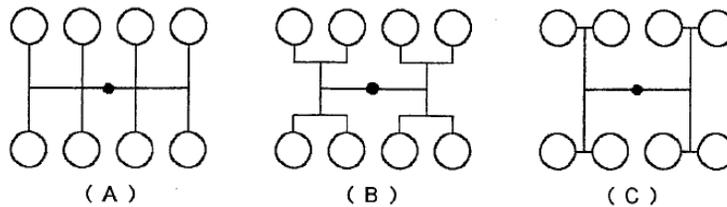


図-2-1 ユピタルの寸法公差

2.3 各部構成

①スプルー・ランナー

スプルーは一般的な勾配でよいが離型方向にアンダーカットになるような傷や段差が無いようにするべきである。ランナー断面形状を図-2-2に示す。基本的には何れの形状でも良い。

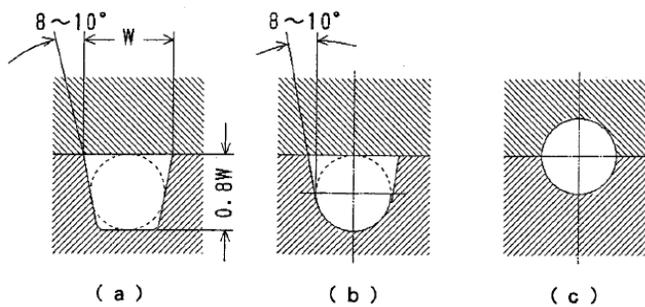


図-2-2 ランナー断面形状

スプルー基部やランナーの曲がり部においてはキャビティ内への冷却樹脂の流入を防ぐためのコールドスラグウェルを設けるべきである。

ホットランナーは種々のタイプのもものが市販されているが、樹脂の滞留が問題となることが多いので各々の特長を良く理解した上で導入するのが望ましい。特に、小物成形品の場合にはホットランナー内の樹脂の滞留に注意が必要である。

②ゲート

ゲートの選定は成形品の形状、取り数、性能、外観、経済性、成形性等を考慮にいれ決定することが必要である。ゲートには様々な種類がある。

I. ダイレクトスプルーゲート (図-2-3)

1ヶ取りする場合や成形品の底部に直接ゲートを付けたい場合に利用される。射出圧力が直接成形品に加わるので、残留歪が発生し易いが、金型構造は最も簡単である。

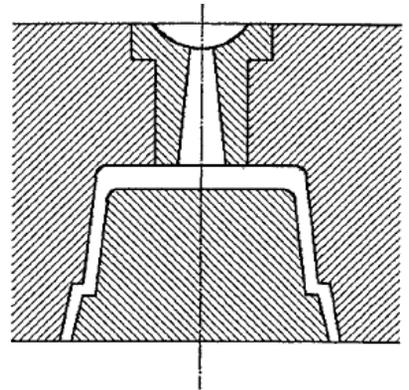


図-2-3 ダイレクトスプルーゲート

II. サイドゲート (図-2-4)

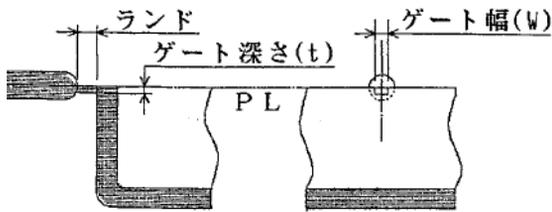


図-2-4 サイドゲート

最も一般的に採用されるもので成形品の側面に取り付けられる矩形、半円型ゲートであり、多数個取りの金型に良く利用される。

III. ファンゲート (図-2-5)

サイドゲートの構造と似ているが、ゲート幅が大きく扇状となり、大型成形品に用いられる。

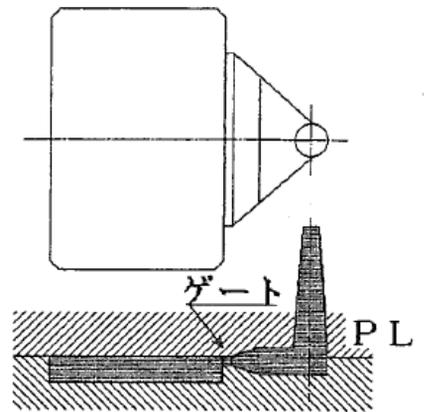


図-2-5 ファンゲート

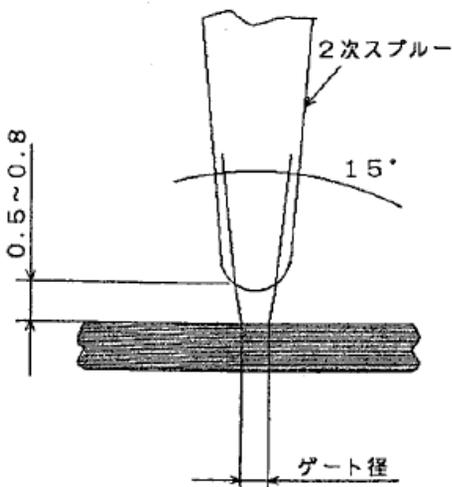


図-2-6 ピンポイントゲート

IV. ピンポイントゲート (図-2-6)

ピンポイントゲートの径は0.5~2mm程度である。一般に後仕上げの必要がない。成形に際してはゲートシールが速く、成形品に残留歪を与えるほど圧力が直接伝達しない。ゲート断面積が小さいと流れ距離が減少し、ゲート近傍にフローマークが出易い。

V. ディスクゲート (図-2-7)
 円板状や円筒状のものを成形する場合に偏心やウェルドの発生を防ぐために利用される。ゲート部の後仕上げに難がある。

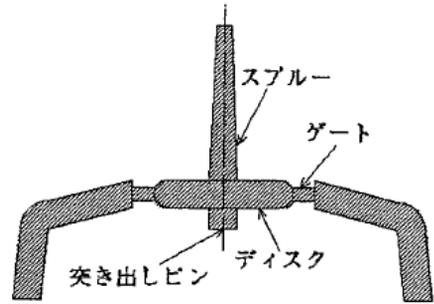


図-2-7 ディスクゲート

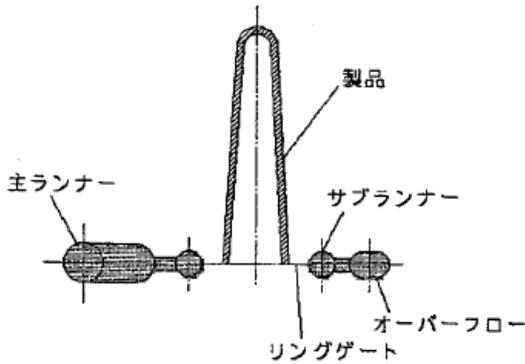


図-2-8 リングゲート

VI. リングゲート (図-2-8)
 ディスクゲートと同様な使い方をするが、リング部がまず充填され、その後、円筒部が充填されるようなリングゲート形状を考慮しないとウェルドが発生する。

VII. フィルムゲート (図-2-9)
 平板状の成形品に適用される。残留歪を抑え変形を防止するために有効である。

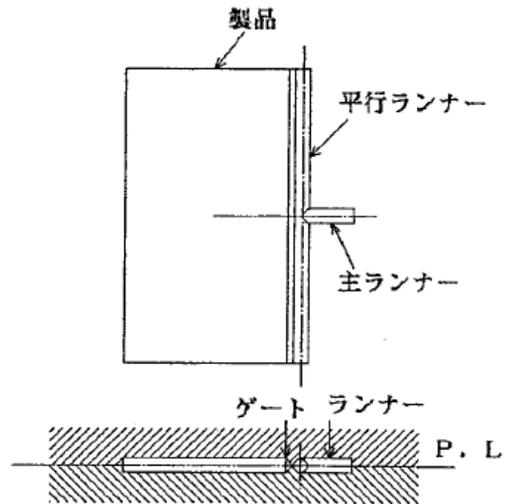


図-2-9 フィルムゲート

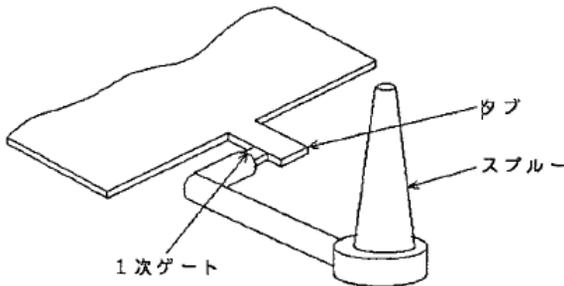


図-2-10 タブゲート

VIII. タブゲート (図-2-10)
 成形品側面にタブを設け、そのタブにゲートを設ける方法である。ゲートはタブに直角に接するのが普通である。ゲートシールはゲートでおこり、残留歪、フローマーク等はタブ内に抑えることが可能である。

IX. サブマリングート (図-2-11)

このゲートはランナー部がパーティングライン面にあるがゲートはランナー部より固定型板、または、移動型板の中を通過して成形品の側面に達する。ゲートは型開き後成形品を離型する際に自動的に切断される。

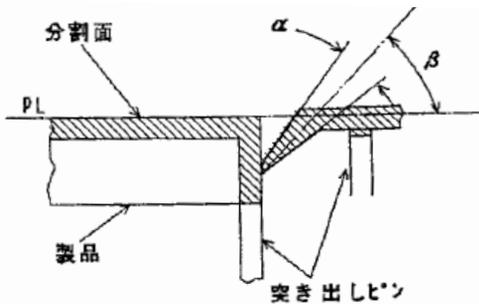


図-5.2-11 サブマリングート

③肉厚変化 (図-2-12)

肉厚変化は図-2-12を標準とする。

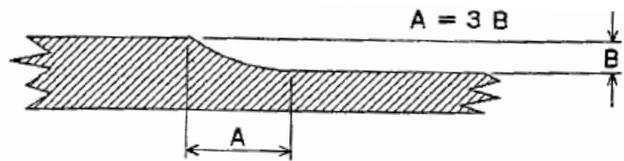


図-2-12 肉厚変化

④抜き勾配 (図-2-13)

成形品の抜き勾配は通常0.5~1°あれば良い。

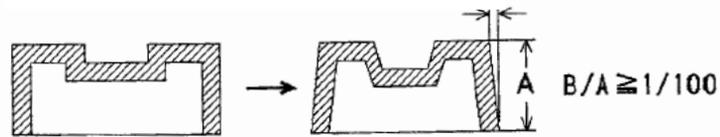


図-2-13 抜き勾配

格子の場合はさらに大きな抜き勾配が必要である。

(図-2-14)

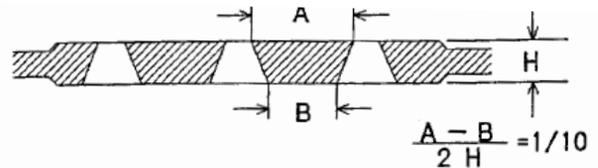


図-2-14 格子

⑤アンダーカット (図-2-15)

成形品のアンダーカットは原則としては勧められないが、設けざるを得ない場合は直径の2.5%以下とする。

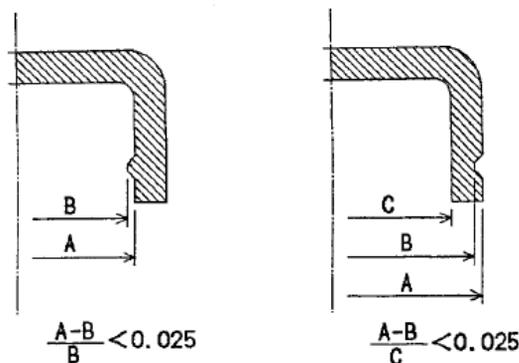


図-2-15 アンダーカット

⑥コーナーR (図-2-16)

コーナーRとしてはできれば1mm R以上となるように配慮したい。

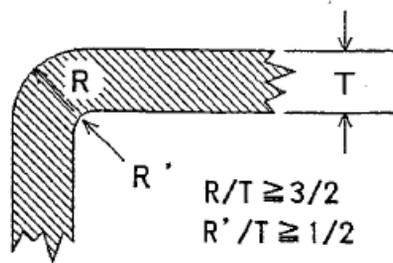


図-2-16 コーナーR

⑦リブ

リブの取り方は図-2-17を標準とする。

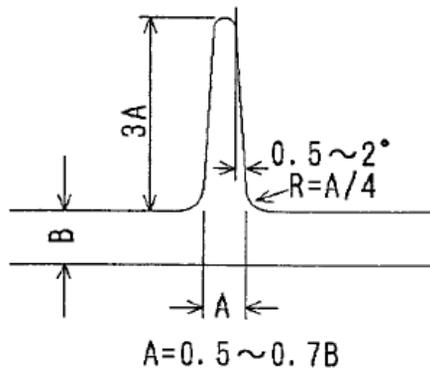


図-2-17 リブ

⑧ボス

ボスのデザインは図-2-18を標準とする。

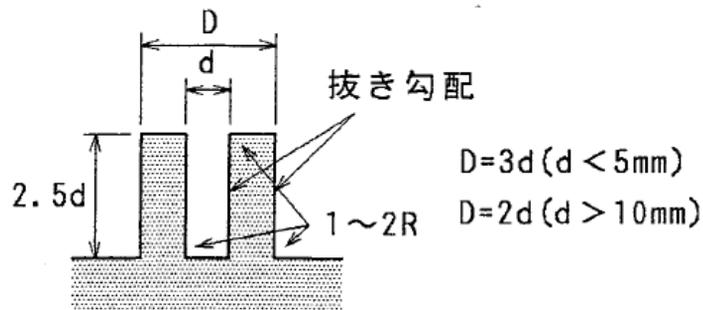


図-2-18 ボス

⑨穴

穴のデザインは図-2-19を参考とし、成形品の縁や穴どうしが近づくとも強制的に弱くなるので注意が必要である。

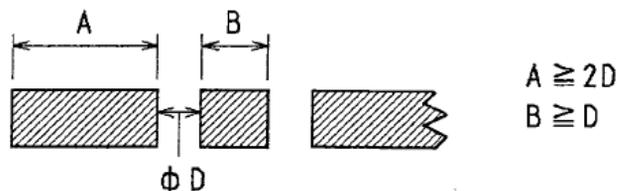


図-2-19 穴

⑩ガスベント

金型のベントの付け方にはいろいろな方法があるが、大別すると次の3つになる。

- 金型分割面からのガス抜き
- キャビティやコア部分からのガス抜き
- その他特殊な方法によるガス抜き

(1)金型分割面（パーティングライン）からのガス抜き

POMの場合、ベント深さは0.005～0.02mのベント深さを用い、位置は一般的に次のようなところに設ける。

1. ゲートよりなるべく遠いところ
2. ウェルドラインのでやすいところ
3. ランナーやサブランナーの末端部

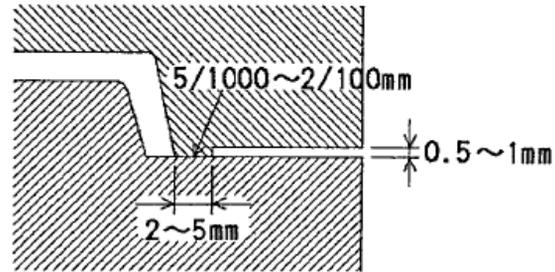


図-2-20 ガスベント

(2)キャビティやコア部分からのガス抜き

1. 突き出しピンを利用する方法

突き出しピンと突き出しピン穴のクリアランスを利用。

ピンとピン穴のクリアランスは、ピン径5～10mmは0.02～0.03mm、これより細いもので0.01～0.02mmが標準的である。

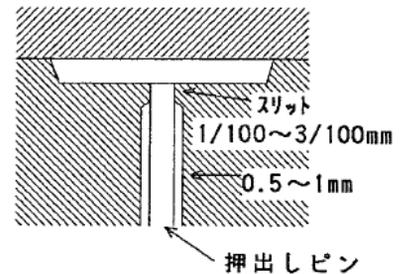


図-2-21 突き出しピンガスベント

2. コアピンを利用する方法

製品の一部に高さの高いボスやリブがある場合、コアピンの周囲にクリアランスを設けてガス抜きを行なう。

3. 層状の入れ子ブロックによる方法

高さの高いリブのガス抜きの方法として、薄いブロックを層状の入れ子にして、そのクリアランスを利用する。また、キャビティの一部の平坦部を薄板を重ね合わせた入れ子として挿入し、この薄板のクリアランスからガス分を逃がす。

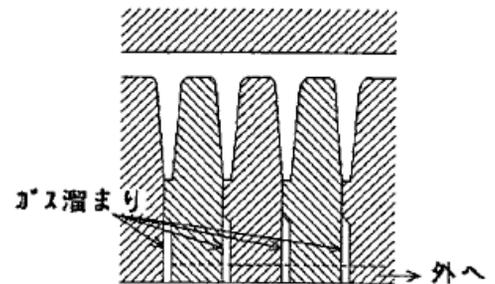


図-2-22 層状のガスベント

(3)その他特殊な方法によるガス抜き

1. 真空吸引によるガス抜き

真空ポンプを利用してキャビティ内を高度の真空状態にして、瞬間的にガス抜きを行う方法。この方法はガス抜きの方法としては理想に近いものであるが、設備費が高くなり、金型構造も複雑になるのが欠点であるが、金型キャビティに対する転写制度の向上にも効果がある。

⑪ コアピンの倒れ

細長いコアピンが樹脂圧力にて倒されることが起こるので、コアピンの径と長さの比は一端が自由端の場合は 1 : 5 程度に抑えた方が無難である。また、両端支持可能な場合は、1 : 10 程度まで可能である。

⑫ 金型温度調節

金型の冷却回路の設計は金型が成形時の樹脂の熱交換器であると考えられ、非常に重要である。通常ユピタル金型の冷却孔の径は、 $\Phi 8$ mm 以上、 $\Phi 12$ mm 以下であることが望ましい。

冷却孔の位置はできるだけキャビティ面の近くに位置し、冷却孔と冷却孔の間隔はできるだけ小さくするようにする。キャビティ表面から冷却孔までの最短距離は、金型材質、冷却孔の寸法、形状、及びキャビティ内圧によって決まる。

図-5.2-23に冷却孔寸法と冷却孔のキャビティ表面からの距離との関係を示す。この曲線はキャビティ表面が $2\ \mu\text{m}$ 弾性変形するとされる冷却孔の径を計算している。

冷却孔間の距離は経験則から冷却孔の径の 0.7 倍にする。

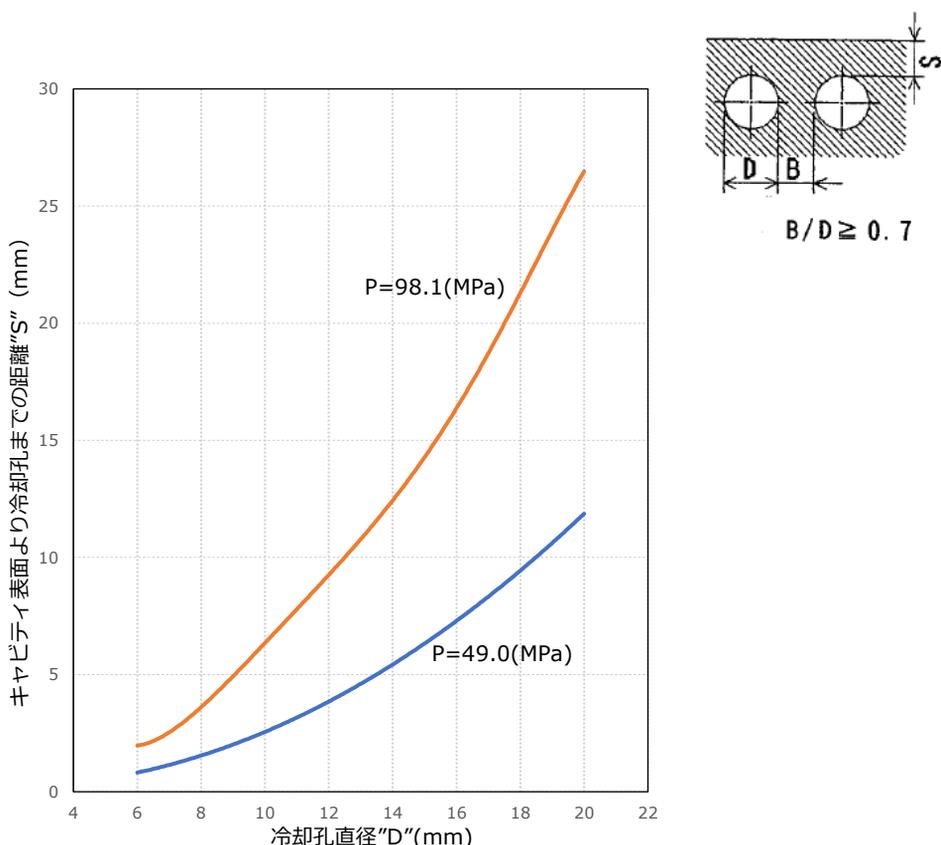


図-2-23 冷却孔寸法とキャビティ表面より冷却孔までの距離

しかし、実際の金型に於いてはこのような配置は非常に難しく種々の冷却回路の組み合わせにて構成されている。冷却回路を分類すると、ストレート、円周、多段、ラセン、平面Uターン、噴射（バブラチューブ）、セパレート板（バッフルプレート）等がある。

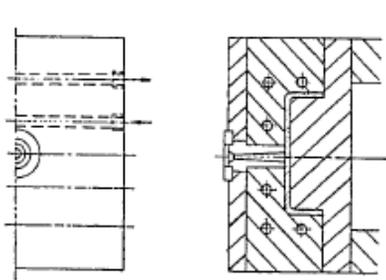


図-2-24 ストレート冷却

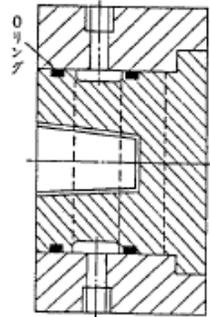


図-2-25 円周冷却

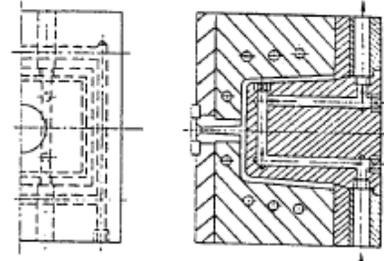


図-2-26 多段冷却

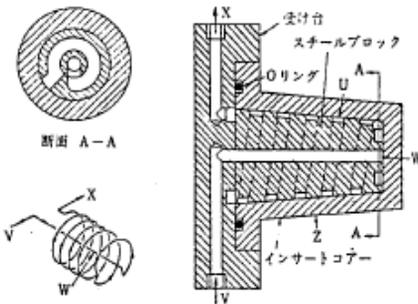


図-2-27 ラセン式冷却

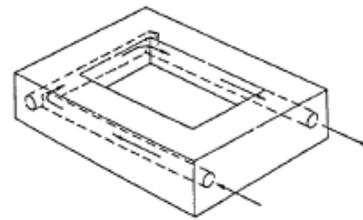


図-2-28 平面Uターン冷却

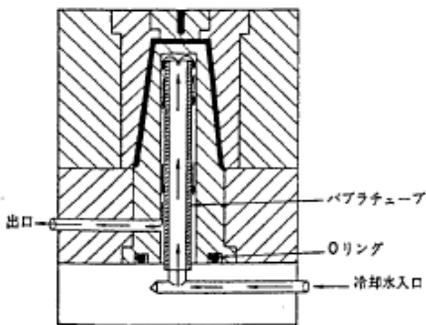


図-2-29 噴射式冷却

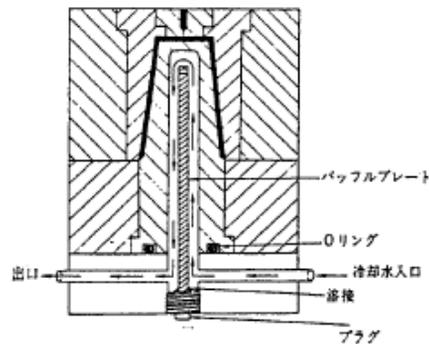


図-2-30 セパレート板冷却

また、冷却流路を設けることが不可能な場合には部分的に金型材質をより熱伝導度の良い材質に変更することでも対応可能である。参考として表-2-1に金型材料の熱伝導度を示す。

表-2-1 金型材料の熱伝導率

金型材料	熱伝導率	
	w/m・K	Kcal/m・hr・°C
炭素鋼8(S50C 0.5%C)	53	46
S K D 6 1	34	29
ステンレス鋼 (SUS304)	16	14
亜鉛合金 (ZAS 4%AL,3%Cu)	109	94
銅合金(HR750 析出強化形：神戸製鋼)	129	111
ベリリウム銅 20C	121	104
ベリリウム銅 275C	109	94

⑬金型材質

射出成形用金型に要求される性質には次のようなものがある。

1. 靱性があり硬度が高い。
2. 被切削性が良好である。
3. シボ、放電加工面が良好である。
4. 鏡面仕上げ性が良い。組織が均一で、ピンホール等がなく、表面硬度が高い。
5. 耐食性が高い。
6. 耐摩耗性が良い。
7. 熱処理性があり、熱処理による変化が少ない。

以上のような性質が要求されている。表-2-2に代表的な金型材料の特長を示す。これらの性質を参考に金型各部の要求に合わせて金型材質を選定するのが望ましい。

表-2-2 金型材料の特徴

タイプ	使用硬さ (HRC)	JISタイプ	被削性	鏡面性	泳加工	耐食性	耐摩耗性
プリハードン鋼	14	S55C	10	4	6	2	2
	27	SCM445	8	6	7	3	3
	33	SCM改良	9	5	6	4	4
		SNM改良	8	9	9	4	4
	40	析出工科系快削	8	8	7	5	5
		析出硬化系	7	9	10	5	5
	35,40	SUS630改良	3	8	8	10	4
焼き入れ鋼	53	S4S420J2改良	7	10	9	9	7
	42~52	SKD61	8	8	7	6	7
	55~60	SKD11改良	6	9	8	6	9
		SKD11	5	7	5	6	9
		SUS420改良	7	7	7	5	8
		SUS440C改良	5	9	8	8	9
	63~68	粉末ハイス	5	8	7	6	10
析出硬化鋼	55	マルエージング鋼	4	10	10	6	7
	45	非磁性鋼	2	8	-	6	7

注：表中、数字の大きい方が優れる。

【参考文献】

- ポリアセタール樹脂ハンドブック 日刊工業新聞社
- 金型設計の基礎 プラスチックエージ
- 射出形成 プラスチックエージ
- 射出形成用金型 日刊工業新聞社
- 金型設計入門 シグマ出版
- プラスチック金型ハンドブック 日本合成樹脂技術協会